Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI

STI No. 246.0107 f

Règles de sécurité pour travaux sur les lignes aériennes à courant fort

Lignes ordinaires avec poteaux en bois ou supports conducteurs

Auteurs: TK 11, ESTI

Valable depuis le: 1er janvier 2007

Inspection fédérale des installations à courant fort ESTI
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf
Tél. 044 956 12 12
Fax 044 956 12 22
info@esti.admin.ch
www.esti.admin.ch

Sommaire

1 Introduction 3

2 Domaine d'application 3

3 Définitions 4
3.1 Personnel
3.2 Installations (lignes)
3.3 Sécurité électrique

4 Bases Légales et normes 6
4.1 Remarques fondamentales
4.2 Remarques relatives aux lois, ordonnances, règles de la technique et publications

5 Protection générales 9
5.1 Dispositions générales
5.2 Formation et perfectionnement

6 Protection contre les risques de chutes et de renversement 10
6.1 Equipement de protection contre les chutes
6.2 Mesures à prendre contre le renversement
6.3 Protection lors de la montée et de la descente sur des poteaux de bois
6.4 Protection sur le lieu de travail
6.5 Matériel, outils et équipements auxiliaires
6.6 Entretien et contrôle de l'équipement de protection contre les chutes
6.7 Sauvetage des accidentés

7 Protection contre les dangers électriques 16
7.1 Principes
7.2 Organisation du travail
7.3 Exigences posées au personnel
7.4 Travaux hors tension (3.3.2)
7.5 Travaux au voisinage de pièces sous tension (3.3.3)
7.6 Travaux sous tension (3.3.4)
7.7 Echange des poteaux en bois
7.8 Mise en place de supports conducteurs au voisinage de lignes sous tension
7.9 Protection contre l'induction

8 Conditions climatiques 31

1 Introduction

Les présentes règles ont été élaborées à l'initiative du comité technique TK 11 „Lignes aériennes" dans le cadre d'un groupe de travail composé de représentants des services électriques et de l'ESTI.

L'objectif visé est de respecter les exigences de sécurité légales concernant les travaux sur des lignes aériennes à courant fort avec des poteaux en bois et de fixer les règles d'utilisation pour les exploitants de réseaux.
Les dispositions suivantes décrivent les mesures de protection contre les dangers électriques et les risques de chutes depuis les poteaux ou de leur renversement.

Principe:

**L'application des présentes règles de sécurité présuppose que tous les intervenants –
du mandant au collaborateur chargé de l'exécution, en passant par le supérieur –
assument totalement leur responsabilité!**

2 Domaine d'application

Les présentes règles sont applicables aux travaux sur les lignes aériennes à courant fort ≤ 30 kV avec des poteaux en bois ou sur des supports conducteurs. Les domaines de travaux suivants n'y sont pas spécialement traités, car d'autres dispositions sont disponibles à leurs sujets:

- Etablissement de fondations et d'électrodes de terre
- Installations de dépôts et de chantiers
- Transport et montage assistés par hélicoptère
- Travaux avec des grues et des machines de chantier à proximité de lignes aériennes
- Travaux sous tension
- Travaux sur des échafaudages

Les entreprises peuvent adapter les dispositions de protection de cette directive aux caractéristiques de chaque installation, mais sans contrevenir à leurs dispositions fondamentales. Ces règles sont basées sur la législation actuellement en vigueur et ne peuvent être complétées que par des prescriptions plus restrictives.

3 Définitions

Les définitions suivantes sont valables pour l'application des présentes règles. Elles ont été reprises dans des prescriptions existantes, signalées par les renvois entre parenthèse. Pour les désignations qui ne sont pas définies avec plus de précision, il est renvoyé au *« Dictionnaire électrotechnique international »*.

3.1 Personnel

3.1.1 **Personne chargée d'une installation électrique (chargé d'exploitation):** personne désignée, possédant la responsabilité effective de l'exploitation de l'installation électrique. Cette responsabilité peut être déléguées en partie à d'autres personnes si nécessaire (EN 50110-1, 3.2.2). La responsabilité se rapporte au maniement, à l'entretien et à la maintenance de l'installation.

3.1.2 **Personne chargée des travaux (chargé de travaux / surveillance:** personne désignée, possédant la responsabilité effective des travaux. Cette responsabilité peut être déléguée en partie à d'autres personnes si nécessaire. (EN 50110-1, 3.2.1). Le chargé de travaux est compétent pour la mise en oeuvre de la sécurité au travail dans la zone de travail.

3.1.3 **Exploitant:** responsable d'exploitation (propriétaire, preneur à bail, locataire, etc. d'une installation électrique (OCF). Il peut disposer librement des installations de l'entreprise. Il est, par conséquent, responsable de la sécurité et de la protection de la santé.

3.1.4 **Personne instruite / avertie:** personne n'ayant pas reçu de formation électrotechnique de base, mais qui peut exercer, dans des installations à courant fort, des activités limitées et bien définies, et qui connaît la situation locale ainsi que les mesures de protection (OCF).
Une personne instruite correspond à une personne avertie selon EN 50110-1, 3.2.4. Elle doit avoir été suffisamment informée par des personnes qualifiées pour lui permettre d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité.

3.1.5 **Personne ordinaire :** personne qui n'est ni une personne qualifiée, ni une personne avertie (EN 50110-1, 3.2.5). Visiteurs, voir OCF, art. 13.

3.1.6 **Spécialiste / expert:** un spécialiste est celui qui, sur la base de sa formation et de son expérience, est au bénéfice de connaissances suffisantes dans le domaine spécialisé en question.

3.1.7 **Personne compétente / qualifiée:** personne possédant une formation de base en électrotechnique (apprentissage, formation équivalente dans l'entreprise ou études dans le domaine électrotechnique) et expérimentée dans le maniement des dispositifs électrotechniques (OCF). Une personne compétente correspond à une personne qualifiée (électriquement) selon EN 50110-1, 3.2.3. Elle peut reconnaître et éviter les dangers que peut présenter l'électricité.

Une personne ne possédant pas de formation de base en électrotechnique peut être formée par l'expérience et le perfectionnement (5 ans de pratique) et peut alors, à la suite d'un examen dans l'entreprise, être déclarée compétente (STI Nr. 407.1199).

3.2 Installations (lignes)

3.2.1 **Travail:** établir, modifier, entretenir ou déconstruire des lignes aériennes. Mettre en place, modifier, entretenir des dispositifs supplémentaires pour des lignes aériennes. Protection contre la corrosion, travaux d'amélioration et de revêtement du béton. Travaux accessoires correspondants, pour autant qu'ils puissent être à l'origine de dangers électriques, de chutes ou de renversement.

3.2.2 **Méthode des trois points:** méthode d'ascension issue de la pratique qui permet à une personne de se tenir de manière sûre en position debout.
Il est possible de se tenir de manière sûre lorsque les deux mains et un pied – ou les deux pieds et une main – sont simultanément en contact avec des parties constitutrices de mâts de lignes aériennes ou avec le mât lui-même. Il faut pourtant que la prise avec bras autour des parties de constitutrices utilisées soit suffisante.
L'utilisation de la méthode des trois points est possible en position verticale du corps, lorsque des éléments de construction, à une distance entre 0.7 m et 1.7 m au-dessus du plan de positionnement, permettent encore de se tenir fermement.

3.2.3 **Ligne aérienne:** ligne électrique établie en plein air et dont les conducteurs sont suspendus librement entre des points d'appuis (OLEI, annexe 1, chiffre 25).

3.2.4 **Poteau de ligne aérienne:** poteau en bois (ou poteau bois).

3.2.5 **Ligne ordinaire:** ligne aérienne dont les points d'appui voisins sont éloignés les uns des autres de 60 m au maximum (OLEI, annexe 1, chiffre 28).

3.2.6 **Ligne à grandes portées:** ligne aérienne dont les points d'appui voisins sont éloignés les uns des autres de plus de 60 m (OLEI, annexe 1, chiffre 26).

3.2.7 **Accès à l'emplacement de travail:** le chemin entre le sol et l'emplacement de travail.

3.3 Sécurité électrique

3.3.1 **Zone de voisinage:** espace limité entourant la zone de travail sous tension (EN 50110-1, 3.3.2).

3.3.2 **Travail hors tension:** travail sur des installations électriques qui ne sont ni sous tension ni chargées électriquement, réalisé après avoir pris toutes les mesures pour prévenir les dangers électriques (EN 50110-1, 3.4.8).

3.3.3 **Travail au voisinage de pièces sous tension:** tout travail au cours duquel un travailleur pénètre dans la zone de voisinage soit avec une partie de son corps soit avec un outil ou avec tout autre objet, sans pénétrer dans la zone de travail (EN 50110-1, 3.4.5).

3.3.4 **Travail sous tension:** tout travail au cours duquel un travailleur entre délibérément en contact avec des pièces sous tension ou pénètre délibérément dans la zone de travail sous tension soit avec une partie de son corps soit avec des outils, équipements ou dispositifs qu'il manipule (EN 50110-1, 3.4.4).

3.3.5 **Mise hors service:** déclencher et ouvrir les sectionneurs de toutes parts. « Hors service » ne qualifie pas une éventuelle mise à la terre des matériels en question. L'état « hors service » ne peut être utilisé pour accorder une autorisation de disposer ou pour autoriser de commencer un travail que des cas très précis.

3.3.6 **Mise à la terre de la zone de travail:** il s'agit de la mise à la terre sur tous les pôles, au moyen d'une garniture de terre, de toutes les parties sur la zone de travail sur lesquelles des travaux doivent effectués ou qui ont été également déclenchées pour des raisons de sécurité.
La garniture de terre doit être installée de tous côtés à proximité immédiate de la zone de travail. Elle protège les travailleurs contre les tensions dangereuses.

3.3.7 **Garniture de mise à la terre:** dispositif mobile de mise à la terre qui ne permet de mettre à la terre qu'en l'absence de tension.

3.3.8 **Autorisation de commencer le travail:** autorisation de travailler sur le chantier notifiée par le chargé de travaux aux travailleurs après la mise hors tension de l'installation conformément à la règle des 5 doigts.

3.3.9 **Zone de travail sous tension:** espace autour des pièces sous tension dans lequel le niveau d'isolation pour prévenir le danger électrique n'est pas assuré quand on l'atteint ou quand on y pénètre sans mesures de protection (EN 50110-1, 3.3.3).

3.3.10 **Distance de travail minimale:** la distance de travail minimale dans l'air à maintenir entre toute parie du corps d'une personne ou outil conducteur directement manipulé, et toutes les parties portées à des potentiels, sous

tension ou mises à la terre. La distance de travail minimale est la somme de la distance électrique et de composantes ergonomiques. (EN 50110-1; 3.7.1)

3.3.11 **Garniture de mise à la terre mobile:** ce dispositif à galets permet la mise à la terre continue d'un conducteur pendant son déroulement. Les courants induits sont ainsi dérivés et l'équipotentialité garantie. Cette disposition ne doit en aucun cas être utilisée comme mise à la terre de la zone de travail (3.3.6).

3.3.12 **Restitution de l'autorisation de disposer:** annonce de la personne chargée de travaux à la «personne chargée de conduite du réseau» pour signifier à la fin des travaux, que la partie de réseau est prête pour la remise en service sur toute les zones de travail.

3.3.13 **Ordre de manoeuvre:** ordre écrit, oral dans certains cas exceptionnels, d'exécuter des manœuvres de couplage.

3.3.14 **Autorisation de disposer:** notification de la personne chargée de conduite à la personne chargée des travaux, de continuer et conclure des mesures de sécurité des 5 règles de sécurité dans une partie définie du réseau ou d'une installation.
Remise de la partie de réseau ou d'installation par le chargé d'exploitation au chargé de travaux.

4 Bases légales et normes

4.1 Remarques fondamentales

4.1.1 Pour garantir la sécurité au travail, le mandant doit prendre toutes les dispositions et mesures de protection qui correspondent aux prescriptions valables de la SUVA, publications STI ainsi qu'aux règles de la technique. Ces dernières sont en particulier les normes techniques internationales. Lorsque celle-ci font défaut, les normes suisses sont applicables.
Les dispositions les plus importantes relatives à des travaux sur des lignes aériennes à courant fort avec des poteaux en bois sont énumérées au chapitre 4.2. Cette liste n'est pas exhaustive.

4.1.2 Les règles de ce document n'excluent pas d'autres solutions au moins aussi sûres qui se trouvent dans les règles techniques de pays membres de l'union européenne ou d'autres états.

4.2 Remarques relatives aux lois, ordonnances, règles de la technique et publications

Certaines dispositions provenant des publications suivantes sont intégrées dans le présent document :

LIE	Loi sur les installations électriques (RS 734.0)
LAA	Loi sur l'assurance accidents (RS 832.20)
OCF	Ordonnance sur le courant fort (RS 734.2)
OLEI	Ordonnance sur les lignes électriques (RS 734.31)
OSIT	Ordonnance sur la sécurité d'installations et d'appareils techniques (RS 819.11)
OTConst	Ordonnance sur les travaux de construction (RS 832.311.141)
OPA	Ordonnance sur la prévention des accidents (RS 832.30)
EN 50110-1:2004	Exploitation des installations électriques
STI No. 407.1199 f	Explication concernant l'exploitation sûre des installations électriques; 1er novembre 1999
STI No. 245.0803 f	Règles concernant la sécurité lors de travaux sur les lignes aériennes à haute tension; 1er aout 2003.

Directive CFST 6506	Travaux sur les poteaux en bois des lignes électriques aériennes
Suva 44002 f	Publication Suva, *La sécurité en s'encordant*
Suva SBA 150 f	Publication Suva, *Travailleurs isolés (Instructions pour les employeurs et les chargés de sécurité)*
Suva 1863 d	Publication Suva, *Règles relatives à la mise en œuvre de grues et de machines de chantier à proximité de lignes électriques aériennes*
MaSec	Manuel de la sécurité de l'AES

5 Mesures de protection générales

5.1 Dispositions générales

5.1.1 Les mesures doivent être prises en appliquant l'OPA.

5.1.2 L'employeur ne peut confier des travaux sur des lignes aériennes à courant fort avec des poteaux en bois qu'à des travailleurs formés conformément à l'OPA et qui ont l'habitude de ce genre de travaux. En outre, un chargé de travaux doit être désigné.

5.1.3 Les travaux sur des lignes aériennes à courant fort avec des poteaux en bois sont considérés comme dangereux.

5.1.4 Le travailleur ne doit pas se mettre dans un état tel qu'il expose sa personne ou celle d'autres travailleurs à un danger supplémentaire. Cela vaut en particulier pour la consommation d'alcool ou d'autres produits enivrants (OPA).

5.1.5 Le travailleur doit porter un casque de protection, dès lors qu'il est exposé à des chutes d' objets ou matériaux (OTConst).

5.2 Formation et perfectionnement

5.2.1 L'employeur veille à ce que tous les travailleurs occupés dans son entreprise, y compris ceux provenant d'une entreprise tierce, soient informés des dangers auxquels ils sont exposés dans l'exercice de leur activité. Ils doivent être instruits des mesures à prendre pour les prévenir. Cette information et cette instruction doivent être dispensées lors de l'entrée en service ainsi qu'à chaque modification importante des conditions de travail ou à la reprise du travail (OPA).

5.2.2 La formation lors de l'entrée en fonction doit comporter un exercice pratique.

5.2.3 Des cours de perfectionnement doivent être répétés tous les cinq ans.

5.2.4 Les cours de formation et de perfectionnement doivent être documentés.

6 Protection contre les risques de chute et de renversement

6.1 **Equipement de protection contre les chutes**

6.1.1 Généralités

6.1.1.1 L'employeur doit mettre à disposition du travailleur un équipement de protection contre les chutes adapté aux dangers lorsqu'il s'agit de grimper et de travailler sur des lignes aériennes.

6.1.1.2 Les équipements de protection contre les chutes doivent correspondre aux prescriptions importantes de la sécurité au travail. En règle générale, les prescriptions légales sont remplies avec le respect des normes EN. Une déclaration de conformité du fabricant, selon OSIT - annexe 2, doit être à disposition.

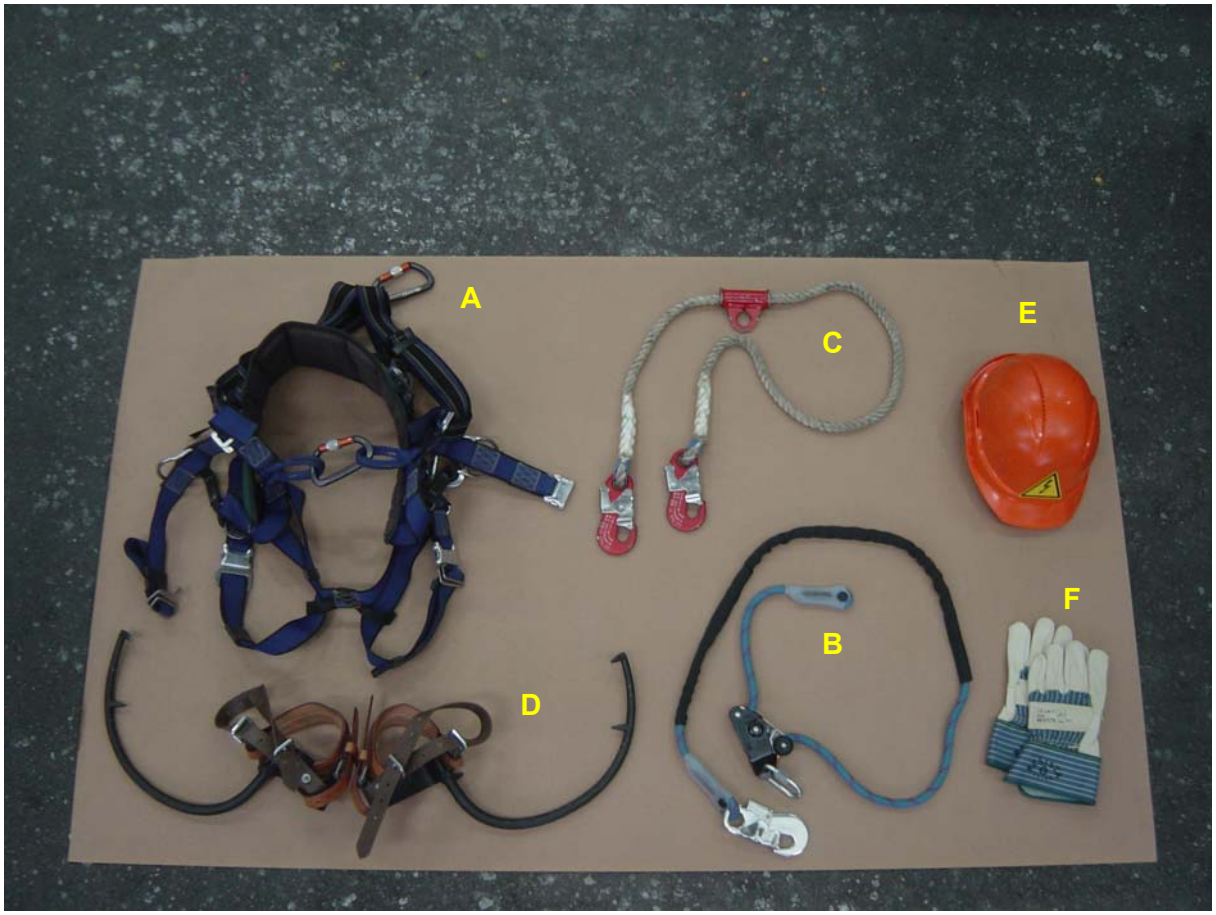
6.1.1.3 Les équipements de protection contre les chutes doivent être utilisés conformément au mode d'emploi du fabricant et aux prescriptions de service de l'employeur.

6.1.1.4 Les équipements de protection contre les chutes doivent servir uniquement à la protection des personnes ; ils ne peuvent être utilisés dans un autre but, par exemple comme moyen d'arrêt pour des charges.

6.1.2 Equipement de protection individuelle (EPI)

Les EPI doivent être conçus de manière à ce que la position de travail sur la zone de travail (fonction d'appui) soit garantie. D'autre part, et dans la mesure du possible, ils doivent garantir une protection contre les chutes lors de l'accès à la zone de travail et à la position de travail.

Figure 1 : composants d'un EPI



A Ceinture de retenue. Un harnais avec sangle de retenue, appui fessier, une boucle de ancrage devant et une derrière (EN 361) est recommandé.

B Longe de retenue avec grillon de câble(Ø 11 mm, EN 358) et mousqueton

C Corde de sécurité ou deuxième longe de retenue avec grillon qui assure contre la chute (EN 358). Cette corde de sécurité qui garantit la permanence de la protection contre la chute est recommandée (détails, voir figure).

D Fers à grimper

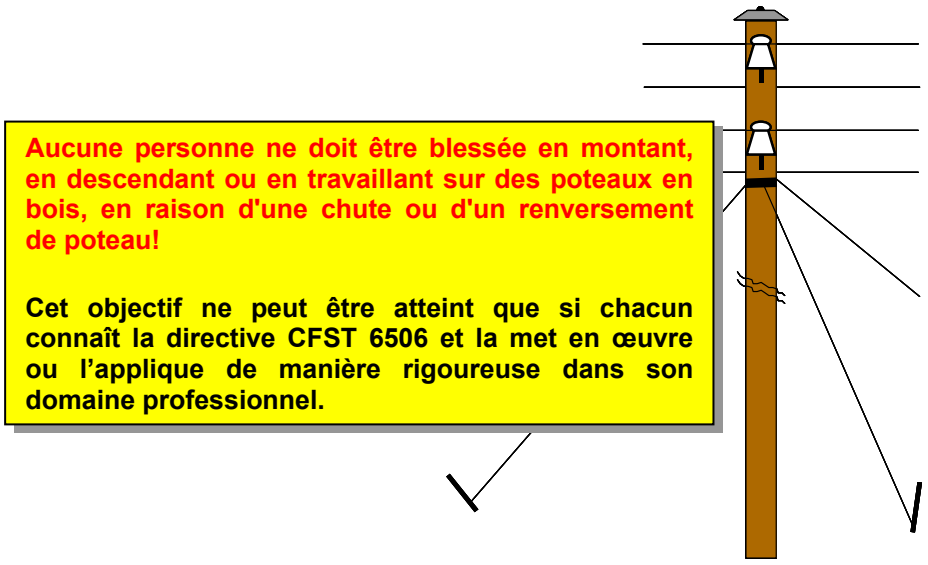
E Casque de protection (EN 397)

F Gants de travail

Le matériel décrit ci-dessus n'exclut pas l'utilisation d'autres équipements de protection (par exemple des souliers adéquats, etc), prescrits par les règlements sur la sécurité au travail ou des directives d'entreprise.

6.2 Mesures à prendre contre le renversement

6.2.1 Objectif de protection lors de travaux sur poteaux en bois **(figure 2)**


Aucune personne ne doit être blessée en montant, en descendant ou en travaillant sur des poteaux en bois, en raison d'une chute ou d'un renversement de poteau!
Cet objectif ne peut être atteint que si chacun connaît la directive CFST 6506 et la met en œuvre ou l'applique de manière rigoureuse dans son domaine professionnel.

6.2.2 La directive CFST 6506 s'applique à tous les poteaux en bois pour lignes aériennes, y compris les étais de poteaux et les poteaux sur socle.

6.2.3 Lors du montage, les nouveaux poteaux ou ceux qui ont déjà été utilisés et contrôlés sur toute leur longueur sont considérés comme stables.

6.2.4 La stabilité au renversement d'une ligne existante est considérée comme garantie lorsque les poteaux sont tenus mécaniquement dans leur partie supérieure. Le support mécanique peut être composé d'éléments d'installations fixées à demeure (câbles, ancrages, etc.), de sécurités temporaires (câbles, fourches, grues, etc.) se rapportant aux travaux ou d'une combinaison des deux.
Les poteaux de d'extrémité, d'angle ainsi que les poteaux placés sur des collines et des pentes de terrain doivent être évalués spécialement pour ce qui concerne leur stabilité au renversement.

6.2.5 Exemples d'application

Figure 3 Dispositif de sécurité avec conducteurs de courant

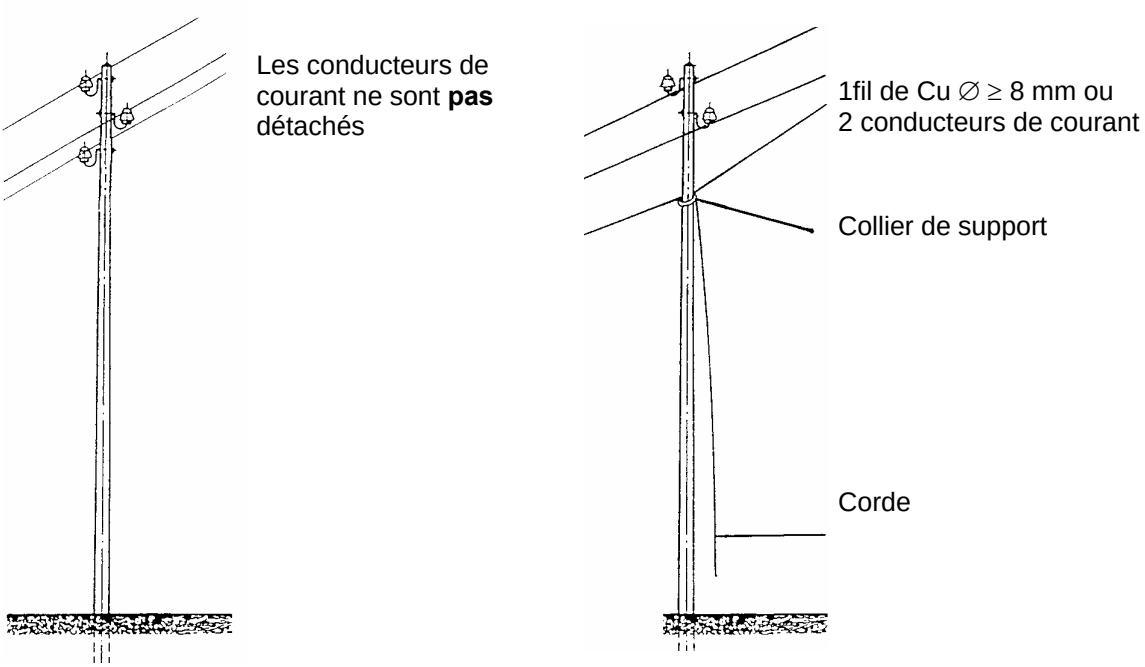
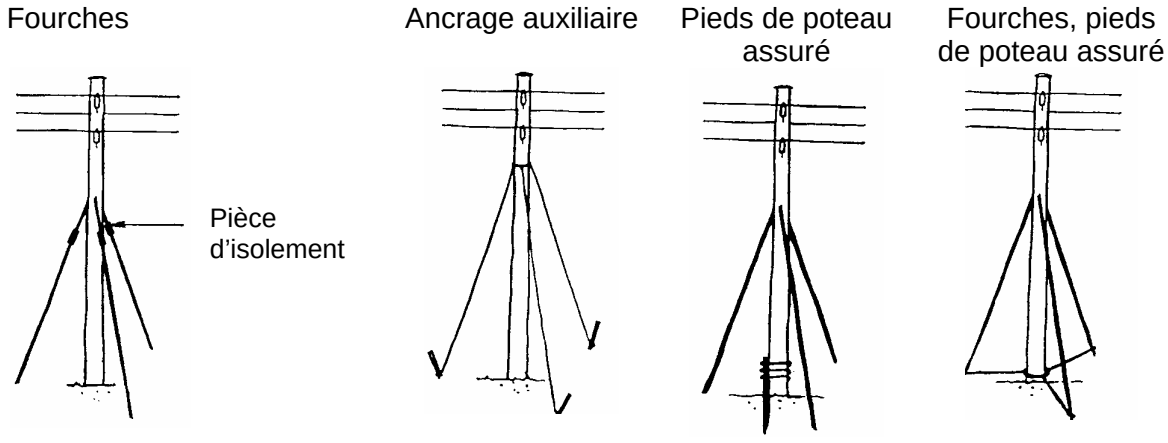


Figure 4 Dispositif de sécurité temporaire durant les travaux



6.3 **Protection lors de la montée et de la descente de poteaux de bois**

6.3.1 Conformément à la directive CFST 6506, il faut s'assurer de la stabilité au renversement d'un poteau avant de grimper sur celui-ci.

6.3.2 La longe de retenue avec grillon ou le câble de sécurité doivent être utilisés en montant ou en descendant d'un poteau.

6.3.3 Si lors de la montée ou de la descente d'un poteau de bois, des obstacles tels que des panneaux de circulation, des bras, etc. ne peuvent pas être contournés de manière sûre avec la méthode des trois points (3.2.2), le travailleur doit s'assurer avec un deuxième câble de sécurité avant de détacher la longe de retenue.

6.4 Protection sur le lieu de travail

6.4.1 Le travailleur doit toujours utiliser l'EPI pour les fonctions de retenue sur le lieu de travail.

6.4.2 Sur le lieu de travail, la longe de retenue doit être réglée le plus court possible.

6.4.3 Les longes et câbles de retenue doivent être passés autour d'un poteau et, dans la mesure du possible, par-dessus un point fixe des structures portantes (ferrures d'isolateurs, traverses, etc).

6.4.4 Si, lors d'un déplacement, il n'est pas possible de s'assurer avec la méthode des trois points (3.2.2), le travailleur doit s'assurer avec une deuxième corde de sécurité avant de détacher la longe de retenue.

6.4.5 Le port du casque de protection est obligatoire lorsque deux personnes travaillent sur deux niveaux (> 1 m) ou si plus d'une personne travaillent sur un poteau.

6.5 Matériel, outils et équipements auxiliaires

6.5.1 Lors de l'accès à son emplacement de travail (3.2.7), le travailleur ne peut emporter que des objets qui n'entravent pas son avancement, par exemple des cordes de traction, un sac pour outils et pièces de montage, etc…

6.5.2 Le matériel, les outils ou les équipements auxiliaires doivent être élevés du sol vers l'emplacement de travail avec les dispositifs adéquats tels cordes de traction, moufles, etc.

6.5.3 Si du matériel, des outils ou des équipements auxiliaires sont employés sur des lignes aériennes, il faut prendre garde à ce que leur poids et dimensions soient le plus faible possible, pour éviter les conséquences de la prise au vent et d'accrochage à des parties du poteau ou d'un déplacement de la charge.

6.6 Entretien et contrôle de l'équipement de protection contre les chutes

6.6.1 L'employeur doit veiller à ce que l'efficacité des mesures et des moyens de protection ne soit pas entravée. (OPA).

6.6.2 L’employeur doit faire contrôler au moins une fois par année l’équipement de protection par un spécialiste (3.1.6) conformément aux conditions d’utilisation et d’exploitation ; son état doit être irréprochable

6.6.3 Des équipements de protection endommagés ou ayant subi une chute ne doivent plus être utilisés avant qu’un spécialiste n'en ait approuvé l'utilisation.

6.6.4 L’employeur ne peut remplacer des parties d’équipement de protection défectueuses que par des pièces de rechange qui correspondent au moins à l'original.

6.6.5 Avant chaque utilisation, le travailleur doit effectuer un contrôle visuel de l’équipement de protection individuelle quant à son état et son fonctionnement irréprochables.

6.6.6 Les équipements de protection individuelle, lors de leur dépôt et de leur transport, ne doivent pas être soumis à des influences externes en mesure de leur porter atteinte.

6.7 Sauvetage des accidentés

6.7.1 L’employeur doit fixer des procédures adéquates pour le sauvetage des personnes travaillant sur les lignes aériennes ainsi que pour garantir que les installations et les équipements nécessaires au sauvetage sont à disposition. Le sauvetage doit être immédiatement exécuté pour éviter qu’une personne reste suspendue pendant plus de 20 minutes.

6.7.2 L’employeur doit veiller à ce que les travailleurs soient en mesure de déclencher les mesures de sauvetage nécessaires en cas de danger. Il doit mettre à disposition des travailleurs les dispositifs (par exemple des radios).

6.7.3 La formation ou le perfectionnement doivent se faire selon 5.2. Le manuel sécurité de l’AES (édition 2005, chapitre 2.3.6) présente la base technique pour le sauvetage des personnes blessées sur les poteaux.

7 Protection contre les dangers électriques

7.1 Principes

Les mesures de protection contre les dangers de l'électricité dépendent de la méthode choisie.
Par principe, trois méthodes entrent en ligne de compte:

- Travail hors tension (3.3.2)
- Travail au voisinage de pièces sous tension (3.3.3)
- Travail sous tension (3.3.4)

7.2 Organisation de travail

7.2.1 Généralités

Les risques électriques potentiels doivent être évalués avant tout travail sur une ligne aérienne, afin déterminer la manière d’effectuer l’activité prévue de manière sûre

Les manoeuvres électriques,dans le réseau, ne sont effectués que par des personnes habilitées dans le strict respect l'ordre de manoeuvre (3.3.13).

Le principe d’organisation ainsi que la procédure de mise hors et en service d’une ligne aérienne et de l’exécution de travaux sont explicités dans la figure 5 et dans le tableau 1. Plusieurs compétences peuvent être données à une seule personne pour les lignes aériennes à basse tension en particulier.

Figure 5 Organisation

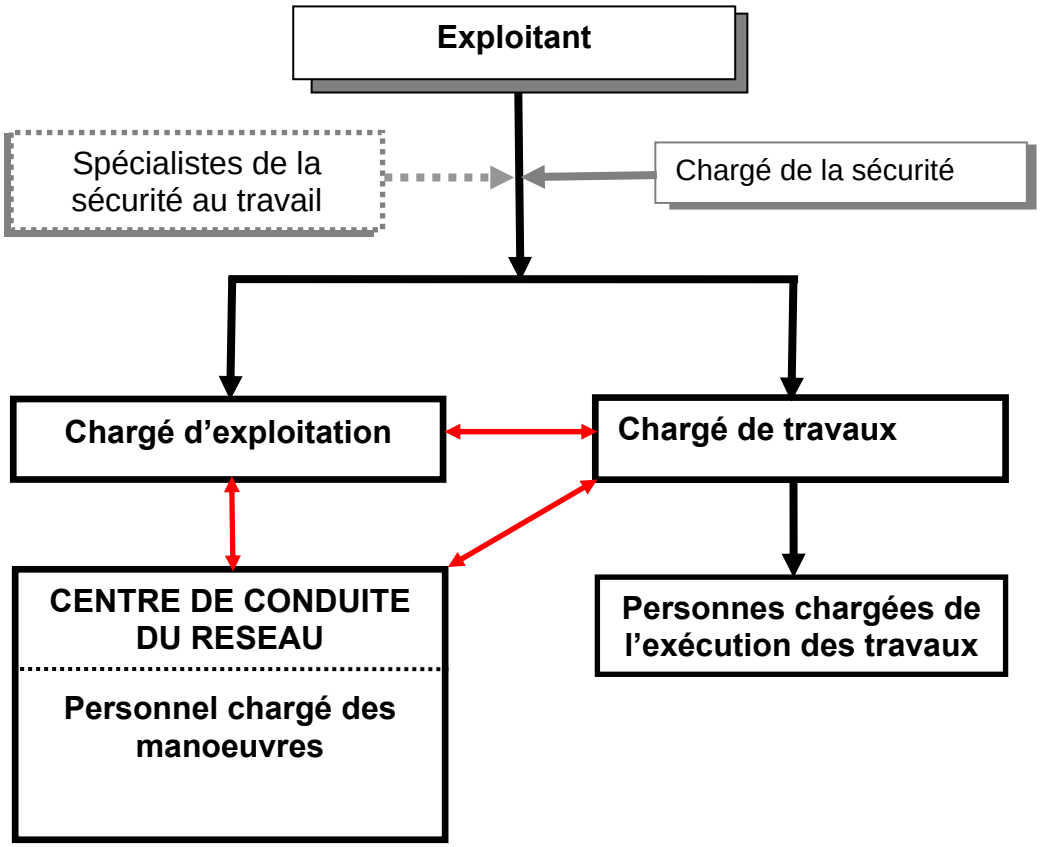


Tableau 1 Procédures de mises hors et en service d'une ligne aérienne et d'exécution de travaux

Exploitant/chargé d'exploitation	**3.1.3 / 3.1.1**
1 Etablir/coordonner les ordres de manoeuvres	3.3.13
2 Mise hors tension	3.3.5
3 Accorder l'autorisation de disposer au chargé des travaux sur site	3.3.14

Chargé de travaux/de surveillance	**3.1.2**
1 Réception de l'autorisation de disposer	3.3.14
2 Exécution ou fin des mesures de sécurité selon la règle des 5 doigts	7.4
3 Autorisation de commencer le travail à l'attention du responsable du groupe de travail	3.3.8
4 Exécution du travail	
5 Annonce de la fin du travail	
6 Retrait des protections locales	
7 Etablir le fonctionnement et contrôle de l'état de couplage actuel	
8 Restitution de l'autorisation de disposer au chargé d'exploitation par le chargé des travaux	3.3.12
9 Contrôle de fonctionnement après la mise en service	

Exploitant/chargé d'exploitation	**3.1.3 / 3.1.1**
1 Reprise de l'autorisation de disposer	3.3.12
2 Remise en service	

7.3 Exigences posées au personnel

L'ordonnance sur le courant fort (RS 734.2) règle, dans les articles 11 et 12, les dispositions qui doivent respectées lors de l'exploitation et l'entretien des installations électriques à courant fort.
OCF, art. 11:

[1] *Seules des personnes compétentes (3.1.7) peuvent être employées à surveiller les travaux effectués dans ou sur des installations à courant fort ou sur les équipements auxiliaires qui en font partie, ainsi qu'à prendre les mesures propres à assurer la sécurité au travail.*

[2] *Des personnes instruites (3.1.4) peuvent également être chargées du contrôle et de la commande des installations, ainsi que de travaux spéciaux.*

OCF, art. 12:

[1] *Après avoir élaboré un système de sécurité spécifique de l'installation, l'exploitant d'une installation à courant fort doit instruire, dans le cadre de ce système, les personnes qui ont accès à la zone d'exploitation, qui exécutent des manœuvres de service ou qui travaillent sur l'installation.*

[2] *L'instruction doit être répétée périodiquement. L'intervalle entre deux instructions dépend de la formation des personnes en cause, des travaux à effectuer et du genre d'installation.*

7.3.1.1 Exécution indépendante de travaux et de direction de travaux

Un collaborateur d'une entreprise externe peut également être engagé comme chargé de travaux/surveillant (3.1.2) pour autant qu'il remplisse les conditions suivantes:

- Il est une personne compétente (3.1.7) reconnue par l'exploitant (3.1.3) ;
- Il connaît les règles du comportement importantes relatives à l'exécution du mandat de travail et également les prescriptions spéciales éventuelles pour les lignes ;
- Il est responsable pour l'annonce et l'exécution des mesures de sécurité dans la zone de travail ainsi que pour le respect des dispositions de sécurité par les personnes présentes ;
- Il veille à ce que le personnel satisfasse aux exigences, de l'OCF en particulier, pour ce qui concerne la formation professionnelle.

L'entreprise tierce confirme en outre par écrit que les dispositions évoquées sont remplies.
Le chargé de travaux de l'entreprise externe est nommément cité dans l'ordre de manoeuvre (3.3.13).

7.3.2 Collaboration de personnel externe lors de l'exécution de travaux

Au cas où du personnel externe est nécessaire pour l'exécution d'un travail, le chargé de travaux/surveillance veille à ce que les collaborateurs de l'entreprise externe soient formellement informés des dangers particuliers que présentent les travaux.
L'entreprise externe confirme par écrit que ses employés ont été formés pour des travaux sur des lignes aériennes à courant fort avec des poteaux en bois.

7.4 **Travaux hors tension** (3.3.2)

Lors de travaux sur une installation déclenchée, l'utilisation de la règle des 5 doigts selon OCF est obligatoire. Dans le cas d'une **ligne aérienne à haute tension**, cette règle exige une coordination entre le chargé d'exploitation (3.1.1), le chargé des travaux (3.1.2) et le «centre de conduite du réseau», comme cela a été expliqué au chapitre 7.2. Dans le cas d'une **ligne aérienne à basse tension**, la coopération entre le chargé d'exploitation et le chargé des travaux est suffisante.

Règle des cinq doigts:

1. déclencher et ouvrir les sectionneurs de toutes parts
2. assurer contre le réenclenchement
3. vérifier l'absence de tension
4. mettre à la terre et en court-circuit
5. protéger contre les parties voisines restées sous tension

Lors de travaux sur des installations à basse tension, on peut renoncer à mettre à la terre et en court-circuit lorsque le danger de transmission de tension ou de retour d'alimentation sont exclus. Il est pourtant recommandé d'appliquer la norme EN50110-1 pour les lignes aériennes à basse tension également.

Toutes les parties des installations à haute tension sur lesquelles des travaux doivent être effectués doivent être mises à la terre et en court-circuit dans la zone de travail. Les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent tout d'abord être reliés à l'installation de mise à la terre et ensuite être raccordés aux parties à mettre à la terre. Les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être visibles, toutes les fois que c'est possible, depuis la zone de travail. Sinon, les connexions de mise à la terre doivent être mise en place aussi près de la zone de travail que cela est raisonnablement praticable.

Si des conducteurs doivent être interrompus ou connectés et qu'un danger dû à la différence de potentiel apparaît, les mesures préventives adéquates doivent être prises. Il s'agit par exemple, d'un pontage ou de la mise à la terre.

Dans tous les cas, il faut s'assurer que les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit (câbles, connexions) sont adaptés et dimensionnés correctement pour la charge de court-circuit à l'endroit d'installation. Il s'agit de garantir que les mesures de mise à la terre et en court-circuit restent efficaces pendant toute la durée des travaux.

Au cas ou les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être enlevés pendant la durée de mesures ou d'essais, d'autres mesures de sécurité pertinentes doivent être prises.

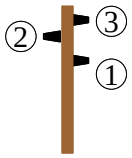
7.4.1 Vérifier l'absence de tension

Marche à suivre

La vérification de l'absence de tension n'est qu'une étape dans l'application de la règle des cinq doigts et ne doit jamais être le seul critère pour l'autorisation de commencer les travaux.

Sur le lieu de travail, la vérification de l'absence de tension est effectuée sur tous les conducteurs à l'endroit du montage des garnitures de terre. Le vérificateur d'absence de tension équipé d'une perche isolante doit permettre une vérification sans qu'aucune partie du corps ne pénètre dans la zone de travail sous tension (D_L). Le système de détection de tension doit être conçu pour l'utilisation en plein air, adapté à la tension ainsi qu'à la fréquence de la ligne.
Pour la mesure, on débute toujours par le conducteur le plus proche (1, 2, 3).

Figure 6



Le fonctionnement du vérificateur doit être impérativement contrôlé au moyen d'un dispositif spécifique ou par contact avec des conducteurs sous tension immédiatement avant et après chaque essai de tension. En outre, l'état des surfaces doit être contrôlé visuellement avant chaque utilisation.

Entretien des systèmes de détection de tension de tension

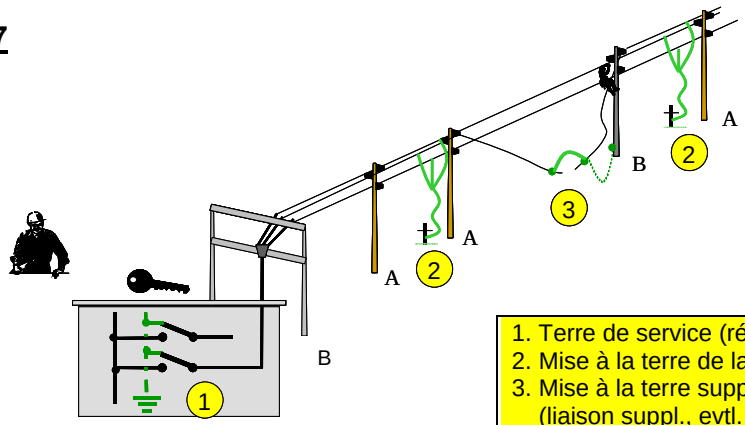
Les systèmes de détection de tension doivent être manipulés avec précaution. L'entretien ainsi que le contrôle périodique doivent être effectués par une personne compétente, conformément aux indications du fabricant et doivent être documentés.

7.4.2 Mise à la terre et en court-circuit

On distingue trois variantes de mises à la terre:

- la terre de service (moyenne tension uniquement)
- la mise à la terre de la zone de travail (3.3.6)
- la mise à la terre supplémentaire

Fig. 7



1. Terre de service (résiste aux courts-circuits)
2. Mise à la terre de la zone de travail
3. Mise à la terre supplémentaire
   (liaison suppl., evtl. shunt)

A Poteau bois
B Support conducteur

A. Terre de service

En règle générale, un sectionneur de terre, court-circuitant tous les pôles et d'une parfaite tenue aux courts-circuits, est installé dans les installations de couplage. Des garnitures de terre résistantes aux courts-circuits peuvent exceptionnellement être utilisées à cet effet (3.3.7). La mise à la terre est partie intégrante de la mise hors service. Elle est exécutée par une personne habilitée à effectuer des manoeuvres ou par une personne désignée par le chargé d'exploitation.

B. Mise à la terre de la zone de travail

Disposition générales

Les conducteurs nus qui pénètrent vers l'intérieur de la zone des travaux, doivent être mis à la terre et en court-circuit, de toutes parts et sur tous les pôles. Des précautions doivent être prises pour assurer que les mises à la terre et en court-circuit restent efficaces pendant toute la durée du travail en cours. Au cas où les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit doivent être enlevés pendant la durée de mesures ou d'essais, d'autres mesures de sécurité pertinentes doivent être prises (EN50110-1, 6.2.4.1).
Un dispositif de mise à la terre et en court-circuit (garniture de mise à la terre) au moins doit être visible depuis la zone de travail.
Cela vaut à une exception près : lorsque aucun conducteur n'est interrompu au cours des travaux et que la terre de service est réalisée ou que les dispositifs de mise à la terre et en court-circuit sont dimensionnés pour le

courant de court-circuit présent, un seul dispositif de mise à la terre et en court-circuit (garniture de terre) est suffisant dans la zone de travail. Il est pourtant recommandé de mettre en court-circuit tous les points d'alimentation du réseau connus.

Lors du dimensionnement des dispositifs de mise à la terre et en court-circuit pour des lignes aériennes à haute tension, les éventuels sectionneurs de terre aux deux points de déclenchement peuvent être pris en compte pour les courants de court-circuit considérés (OCF). Une section minimale de 25 mm^2 Cu est suffisante pour les conducteurs fixés.

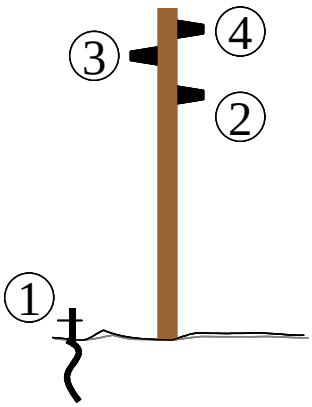
Marche à suivre pour la mise en place et l'enlèvement de la garniture de terre

La terre de travail doit être mise en place immédiatement après la vérification de l'absence de tension. Pour la mise en oeuvre de la garniture de terre, il faut procéder comme suit :

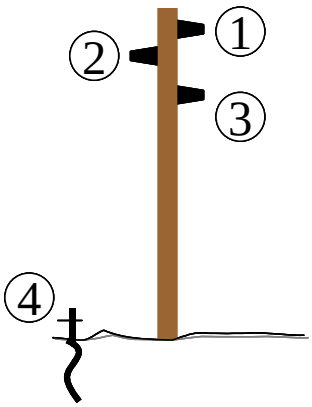
- l'état de tous les points de contact et des conducteurs de la garniture de terre doit être contrôlé;
- raccorder les conducteurs de la garniture avec le piquet de terre (planté) ou avec des parties portantes conductrices directement sur le support conducteur, en prenant garde à un bon contact électrique (attention !!!, la peinture est isolante) ;

si possible, placer les bornes de raccordement de phases à l'endroit où l'absence de tension a été vérifiée. Commencer par le conducteur le plus proche ou celui placé le plus bas.

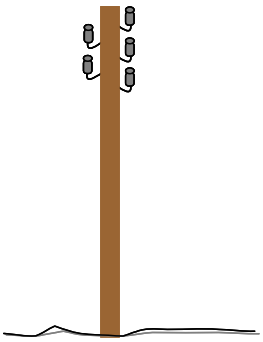
Figure 8



Mise en place de la garniture de terre pour lignes à moyenne tension



Enlèvement de la garniture de terre pour lignes à moyenne tension



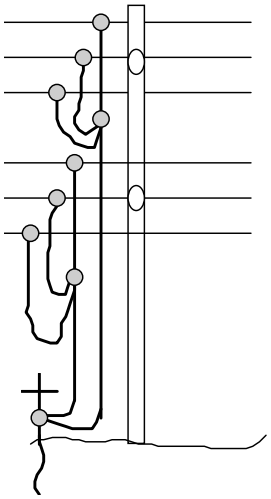
Procédure pour lignes-à basse tension:
vérifier et installer
de bas en haut
Démontage du haut
vers le bas

Disposition pratique

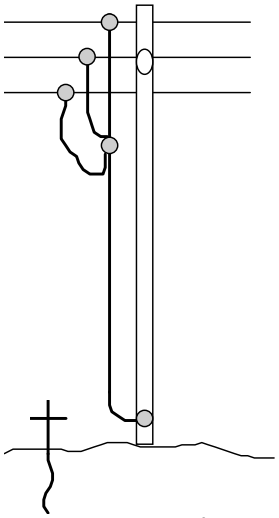
I. Sur les supports

Sur les **poteaux en bois**, la mise à terre se fait par un piquet de terre.
Pour les **supports conducteurs**, la différence de potentiel doit être neutralisée avant le début des travaux, c'est-à-dire qu'il faut réaliser une liaison entre le conducteur et le support. Cette liaison doit rester en place pendant toute la durée des travaux.

Figure 9



Poteau en bois
Dangers possibles:
différence de potentiel
entre deux lignes



Support conducteur
Dangers possibles:
différence de potentiel entre
ligne et support ou terre

Figure 10

Interrupteur de ligne sur poteau de bois (tige de commande avec isolateur)
Dangers possibles:
Différence de potentiel à proximité de l'isolateur
Différence de potentiel lors de travaux sur interrupteur ouvert

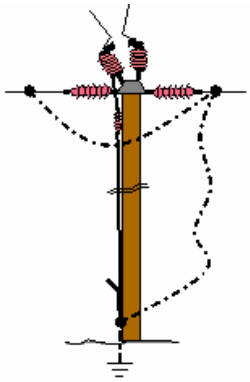
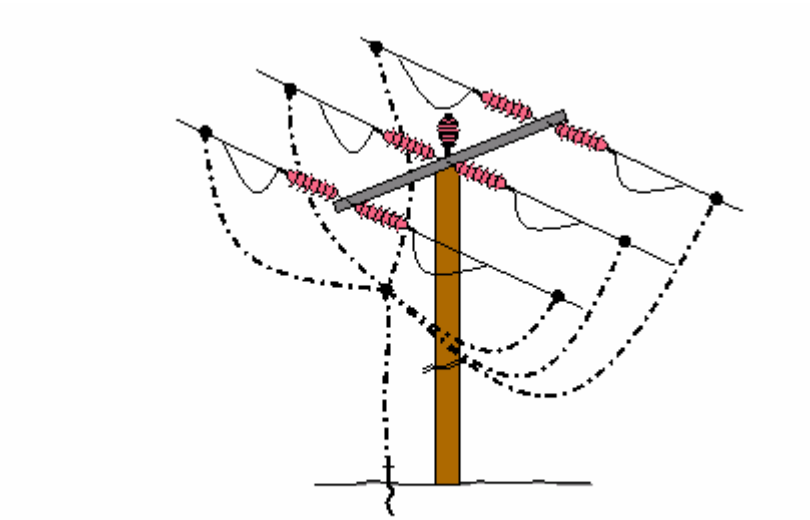


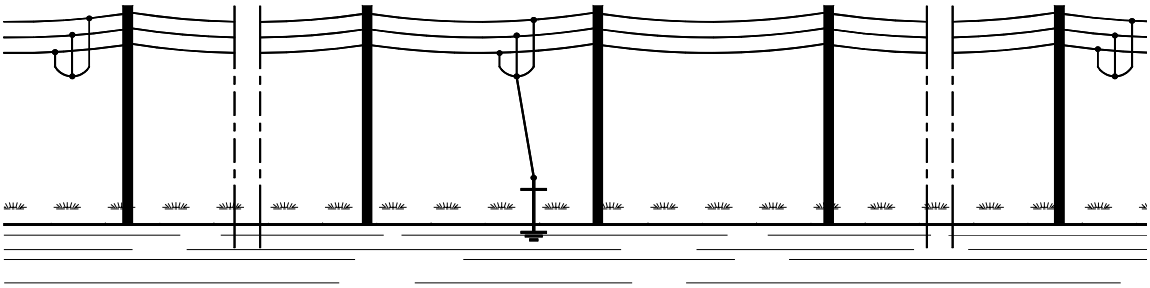
Figure 11

Poteau en bois
Dangers potentiels:
Différence de potentiel lors de travaux sur des conducteurs interrompus



II. Sur des lignes avec des conducteurs interrompus ou non

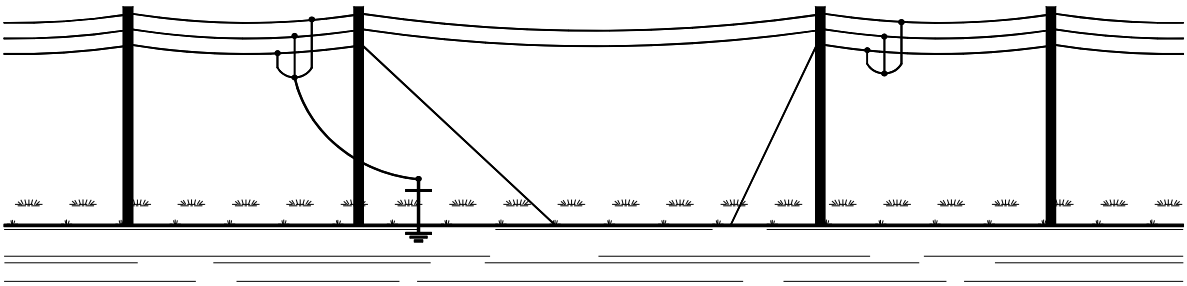
Figure 12



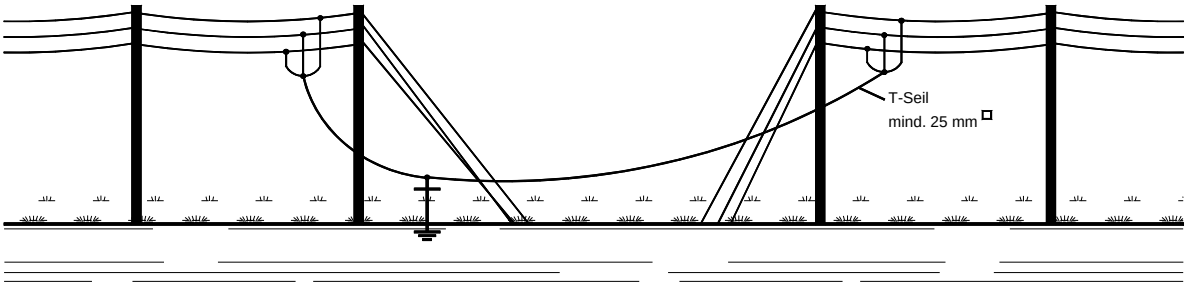
Sans interruption de conducteur: selon les conditions locales et la visibilité, des garnitures de mises à la terre et en court-circuit supplémentaires doivent être installées.

Si le conducteur doit être interrompu: un pontage doit préalablement être établi. Si le lieu de travail se trouve à proximité d'une autre mise à la terre, celle-ci peut être utilisée.

Figure 13



Avec interruption de conducteur (ligne interrompue sur une partie des conducteurs)



Avec interruption de tous les conducteurs

C. Mises à la terre supplémentaire

Les mises à la terre de travail ne garantissent pas dans tous les cas une sécurité suffisante relativement aux dangers de l'induction. Il faut alors établir des liaisons supplémentaires (utilisées pour mettre à la terre et/ou comme „Shunt"), afin de pouvoir garantir l'absence de potentiel dans la zone de travail.
Ces liaisons peuvent être réalisées au moyen d'une garniture de terre avec une section de 25 mm^2 Cu au moins ou une garniture de mise à la terre mobile (3.3.11). Leur mise en œuvre est décrite dans le paragraphe 7.9 de la directive STI 245.08.03.

Entretien du matériel de mise à la terre

Le matériel de mise à la terre doit être manipulé avec précaution. Son entretien doit être confié à un spécialiste (3.1.6) qui travaille selon les indications du fabricant et le tout doit être documenté.
L'ensemble du matériel qui a été soumis à un court-circuit doit être remplacé.

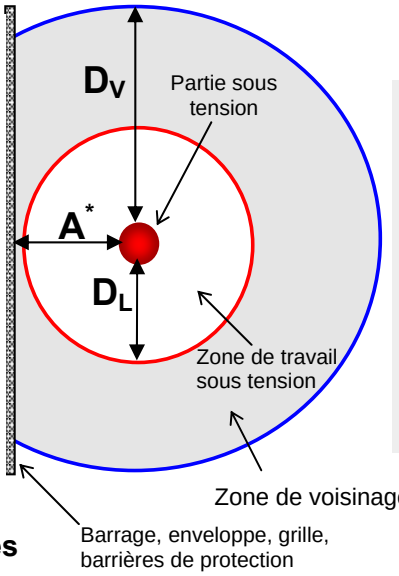
7.5 **Travail au voisinage de pièces sous tension** (3.3.3)

Lors de travaux de montage et d'entretien de lignes aériennes, le personnel peut se trouver à proximité de conducteurs nus sous tension. Cet environnement est divisés en zones très précises (figure 14). L'une de ces zones est appelée zone de voisinage (3.3.1).

Figure 14

Travaux avec équipement de protection

- Travaux effectués dans la zone de voisinage par des personnes ordinaires autorisés. Surveillance nécessaire, au cas où le dispositif n'offre pas une protection complète.



Travaux sans équipement de protection

- Travaux hors de la zone de voisinage pour les personnes ordinaires.
- Travaux dans la zone de voisinage uniquement pour le personnel compétents ou instruits.

- **Distance A pour lignes aériennes: $A \geq D_L$**

La zone des travaux doit être clairement définie et marquée.
Seul le personnel compétent (3.1.7) ou instruit (3.1.4) est autorisé à travailler dans la zone de voisinage. Il s'engage à respecter les règles fixées au chapitre 6.4 de la norme EN 50110-1.

Tableau: A.1 selon EN 50110-1

Tension nominale du réseau U_n (valeur effective) [kV]	**Tension maximale pour matériels** U_m (valeur effective) [kV]	**Tension de choc maximale** U_{imp} (valeur de crête) [kV]	**Limite extérieure de la zone de travail sous tension** **D_L** (distance dans l'air) [mm]	**Limite extérieure de la zone de voisinage** **D_V** (distance dans l'air) [mm]
<=1	1	4	0	500
3	3.6	40	120	1120*
6	7.2	60	120	1120*
10	12	75	150	1150*
15	17.5	95	160	1160*
20	24	125	220	1220*
30	36	170	320	1320

* Une valeur arrondie de 1500 mm est fixée pour les installations à moyenne tension.

7.6 **Travaux sous tension** (3.3.4)

Il s'agit de travaux spéciaux, définis avec précision, qui demandent une formation, une préparation et doivent exécutés de manière conforme aux règles de la technique.

7.7 **Echange de poteaux en bois**

7.7.1 Méthode de montage avec ligne en position inclinée

7.7.1.1 Principes

- La ligne est sous tension.
  Le dressage et le montage doivent par principe être effectuées en dehors de la zone de voisinage (exception : rappel et fixation de l'ancien poteau contre le dispositif d'écartement ou contre les lattes de bois).
- Lors de travaux de mise en place et de montage avec une grue, il faut par principe respecter les « Directives pour l'utilisation de grues et de machines de chantier à proximité de lignes aériennes électriques » (Suva 1863 d) (exception: personnel instruit sous surveillance).
- Pour une ligne à 6 conducteurs ou pour une tension de service $>$ 30 kV, tous les conducteurs doivent être hors tension pendant toute la durée des travaux.
- Les poteaux de bois sont considérés comme étant conducteurs dans le domaine de la haute tension.
- Le dressage des poteaux entre les conducteurs n'est admis que si la ligne est hors tension (exception: lignes $\leq$ 1 kV).
- Lors de l'utilisation de la méthode en question, trois personnes au moins sont nécessaires, dont au minimum une personne compétente (3.1.7).
- Pour des tensions > 1 kV, seuls des poteaux en alignement peuvent être remplacés, ceci exclu les supports d'angle et d'extrémité de ligne ou les poteaux alignés en terrain accidenté.
- Seuls des fourches avec une pièce d'isolement ou des cordes non conductrices (pas de câbles en acier) peuvent être utilisées pour stabiliser les poteaux en bois.

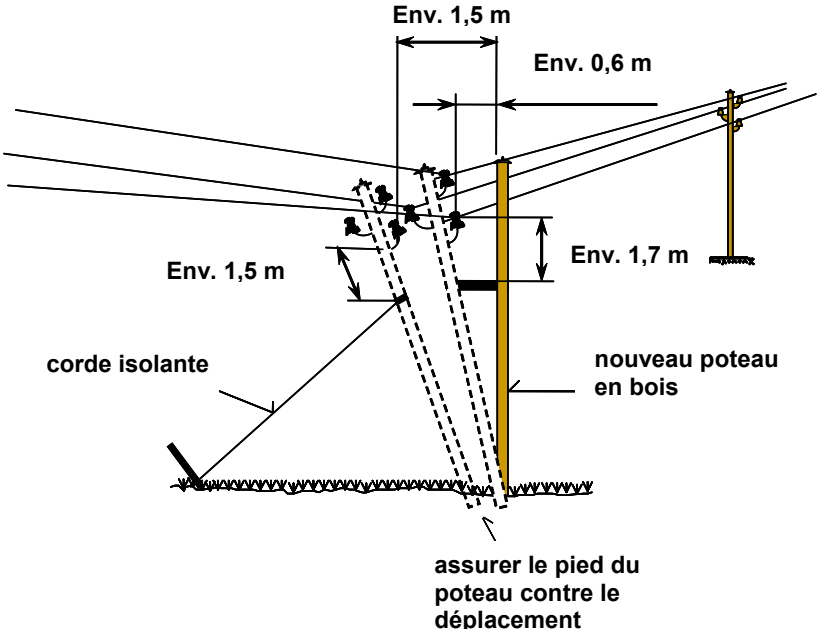
7.7.1.2 Conditions

- Il faut renoncer à la méthode du montage avec ligne en position inclinée pour les poteaux de bois qui ne présentent visiblement qu'une résistance insuffisante ou des fissures importantes à hauteur des isolateurs.
- Si par manque de stabilité du poteau, la sécurité du personnel ne peut être garantie pendant les travaux, la méthode de montage avec ligne en position inclinée ne peut pas être utilisée.

7.7.1.3 Etapes de travail

A. Contrôle du pied du poteau, relatif à sa stabilité au déplacement; celle-ci doit être spécialement garantie lorsque le terrain est en pente ou si le sol est gelé.
B. Escalade du poteau selon la directive CSFT 6506. L'amarrage auxiliaire doit être fixé au moins à 1,5 m sous le conducteur le plus proche.
   Lorsque deux poteaux en bois consécutifs commencent à pourrir, il faut réaliser l'étape "J" du premier, avant de commencer à scier le deuxième.
C. Scier le vieux poteau à env. 5 cm au-dessus du sol.
D. Assurer le poteau scié, au pied, pour l'empêcher de glisser.
E. Incliner le poteau jusqu'à ce que la distance entre le conducteur le plus proche et la verticale du pied atteigne 1,5 m.
F. Amarrer ou stabiliser le poteau incliné.
G. Excaver le trou du poteau.
H. Dresser le nouveau poteau dans le trou de l'ancien poteau sans pénétrer dans la zone de travail sous tension.
I. Caler le poteau et combler le trou.
J. Montage des écarteurs ou de lattes de bois sur le nouveau poteau à 1,7 m au-dessous du conducteur le plus bas.
   Rappel et fixation du poteau incliné en conservant une distance suffisante: env. 0,6 m entre le conducteur le plus proche et le nouveau poteau.

Figure 15



7.7.1.4 Montage nouveau des isolateurs et des conducteurs

Principe

Seul le nouveau poteau, fixé, peut être escaladé.

Conditions

La ligne est hors service selon la règle des 5 doigts

Etapes de travail

A. Escalader le nouveau poteau.
B. Enlever les écarteurs.
C. Ramener l'ancien poteau vers le nouveau et assurer au moyen de moufle ou cordes
D Monter les isolateurs et les conducteurs sur le nouveau poteau.

7.7.1.5 Dressage du nouveau poteau entre les conducteurs

Principe

Dresser le poteau:
-est autorisé en basse tension sans mise hors service de la ligne; pendant la manœuvre de dressage, le nouveau poteau peut toucher des fils sous tension.
- est autorisé uniquement en l'absence de tension pour des tensions > 1 kV.

Particularité

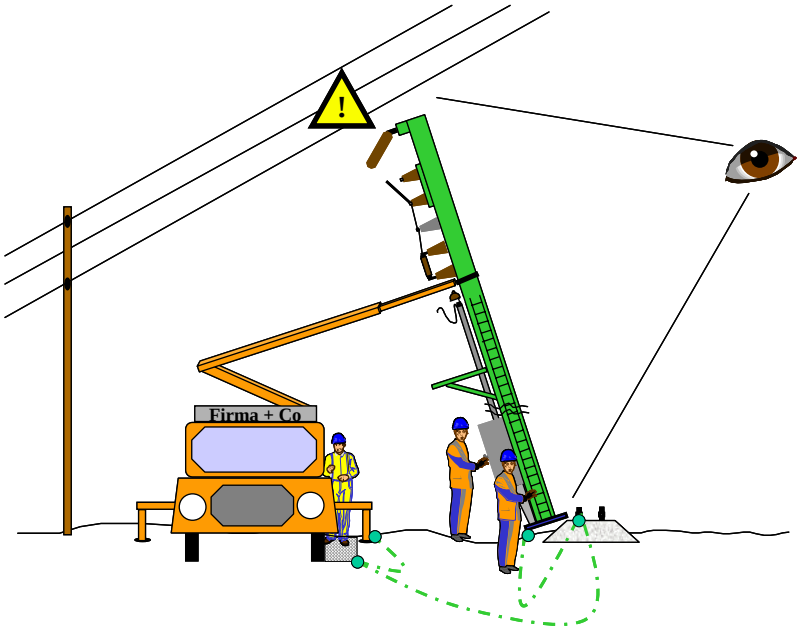
Lorsque un nouveau poteau est placé entre les conducteurs, l'ancien poteau ne doit pas être mis en position inclinée. Néanmoins, l'ancien poteau doit être assuré au moyen de sangles d'arrimage ou de cordes à son pied et dans sa partie supérieure avant d'être scié.

7.8 Mise en place de supports conducteurs au voisinage de lignes sous tension

Procédure
- Préparer soigneusement les travaux; considérer les dérangements possibles.
- Tous les travaux doivent être surveillés par le chef responsable.
- Respecter les distances de sécurité (en dehors de la zone de voisinage)
- Les personnes qui sont en contact avec des parties conductrices du mât pendant l'opération de dressage doivent porter des gants isolants.
- Seules les personnes qui ont à faire avec l'opération de dressage peuvent se trouver dans le périmètre de travail

- L'ossature porteuse, le camion-grue ainsi que l'emplacement du conducteur du camion-grue (grille) doivent être reliés avec une mise à la terre existante ou avec une mise à la terre de travail (au moins 25 mm^2) pendant l'opération de dressage.

Figure 16



7.9 Mesures de protection contre l'induction

Une ligne aérienne peut être influencée de deux manière par une autre ligne aérienne à proximité ou par d'autres parties sous tension: *par induction électrostatique et / ou par induction électromagnétique* (voir directives STI 245.0803 chi 7.9).

8. Conditions climatiques

Aucun travail ne peut être engagé ou poursuivi sur des lignes aériennes si la surveillance par le chargé des travaux n'est plus possible à cause de précipitations importantes, un épais brouillard ou un vent violent ou lorsque des éclairs et le tonnerre sont perçus aux environs du chantier.
Les travaux ne peuvent être repris que lorsque les conditions climatiques ne présentent plus aucun danger.